



CONSERVACIÓN DE FORRAJES: INTERÉS PRÁCTICO

A. CALLEJO RAMOS¹ (Ingeniero Agrónomo)

B. MATESANZ ROMERO² (Ingeniero Agrónomo)

¹DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL
E.U. DE ING. TÉCNICA AGRÍCOLA
CIUDAD UNIVERSITARIA, S/N. 28040 MADRID
E-MAIL: ANTONIO.CALLEJO@UPM.ES

²COOPERATIVA SAN JUAN BAUTISTA DE GUADALIX
CRTRA. A GUADALIX, KM 4,100
28792 MIRAFLORES DE LA SIERRA (MADRID)
E-MAIL: BARBARA@SANJUANBAUTISTACOOP.COM

En este breve primer capítulo de la primera monografía sobre conservación de forrajes se quiere poner de manifiesto la gran importancia que en la actualidad tienen los forrajes conservados desde el punto de vista económico, así como desde el punto de vista del manejo de la alimentación del ganado. Asimismo, los forrajes juegan un importante papel en el mantenimiento del suelo agrícola, permitiendo una gran diversidad de rotaciones de cultivo. De alguna forma, el cultivo de forrajes contribuye notablemente a lo que se ha venido en denominar “agricultura sostenible”, al permitir conservar una buena estructura del suelo, mejorar la infiltración del agua, evitar la erosión y controlar las plagas de forma natural. No cabe duda que, al igual que todos los alimentos fibrosos que no pueden ser aprovechados directamente por el hombre, gracias a los forrajes cultivados transformamos una enorme cantidad de recursos vegetales en alimentos de origen animal, lo que evidencia la importancia de estos cultivos en la alimentación humana.

INTRODUCCIÓN



E

l almacenamiento, en el más amplio sentido de la palabra, es y ha sido uno de los principales objetivos de la producción de alimentos vegetales. Todos ellos, incluyendo los cereales y granos de leguminosas, tienen un invaluable valor en tanto en cuanto suponen una fuente de alimento, en forma seca y concentrada, capaz de ser almacenada, transportada y consumida donde y cuando se precise.

La conservación de alimentos para el ganado también se ha convertido en un proceso necesario en las explotaciones animales por diversas razones:

- La producción de forrajes es estacional, generándose un excedente en primavera y, según la pluviometría de cada año, en otoño.
- El suministro de alimentos fibrosos a muchas explotaciones que no disponen de base territorial suficiente (a menudo carecen de ella) para la producción propia de forraje que los animales necesitan. Este hecho genera un mercado de alimentos forrajeros de gran importancia económica.
- Los diversos procedimientos de recogida y conservación permiten esperar a hacer la recolección en el estado vegetativo óptimo. En el caso de subproductos de la industria agroalimentaria, su conservación permite aprovechar un material que, de otra forma, no tendría ninguna utilidad y se convertiría en un residuo no siempre fácil de eliminar de forma adecuada.

La conservación de forrajes¹ es bastante diferente de la de granos de cereales o leguminosas. El contenido en agua de los forrajes cuando se han recolectado es alto y los problemas de conservación del material son muchos y complejos.

Debido a este elevado nivel de humedad, los forrajes verdes, en el momento de ser cortados, continúan “vivos”; esto es, siguen respirando y consumiendo nutrientes, lo que puede llegar a ocasionar fuertes pérdidas de valor alimenticio, al tiempo que se calientan y producen fermentaciones que reducen su calidad.

Durante varias horas tras el corte de la planta, especialmente si el día es soleado, ésta sigue realizando fotosíntesis y produciendo azúcares, incrementando su nivel de materia seca.

Llegado el momento, dependiendo del contenido inicial de agua de la planta, las células de ésta pierden su rigidez y la planta “muere”. Los azúcares empiezan a oxidarse y las proteínas inician su degradación.

No obstante, la actividad respiratoria y el riesgo de fermentación disminuyen con el nivel de humedad de la planta, hasta llegar a un punto en que aquellos procesos tienden a estabilizarse.

En consecuencia, se presenta la necesidad de reducir de forma rápida el contenido de humedad de los forrajes verdes para poder conservarlos con las menores pérdidas posibles. En esta condición se basan los procedimientos de conservación mediante henificación (natural o forzada) y de deshidratación artificial. A estos métodos dedicaremos los diversos capítulos de esta monografía.

Otra posibilidad de conservación consiste en mantener los forrajes húmedos en

atmósfera pobre en oxígeno y estimular el desarrollo de fermentaciones lácticas que lleven la masa de forraje a un pH tan bajo que inhiba fermentaciones posteriores. El ensilado es la técnica que ha permitido desarrollar este método de conservación y a la que estará dedicada una próxima monografía.

La conservación de forrajes mediante henificación es el procedimiento habitual en las zonas con un número elevado de días con temperatura alta y atmósfera seca. Así mismo, es el mejor método para conservar especies de ensilado difícil por su menor contenido relativo en azúcares (alfalfa, veza, zulla, tréboles, etc.).

Del mismo modo, el forraje henificado permite su comercialización y transporte a grandes distancias, dado su bajo nivel de humedad.

Ambos sistemas de conservación implican pérdidas de diversa índole que deben minimizarse con un correcto manejo del proceso. En el caso del ensilado, la mayor parte de las pérdidas se producen en la fase de almacenamiento, mientras que en el caso del heno las mayores pérdidas se producen antes de que sea recogido, es decir, en el campo. La figura 1 muestra las pérdidas de materia seca cuando el forraje es recogido con distintos niveles de humedad.

PRINCIPIOS DE LA CONSERVACIÓN

Los objetivos principales de los diversos procedimientos o métodos de conservación de forrajes son los siguientes:

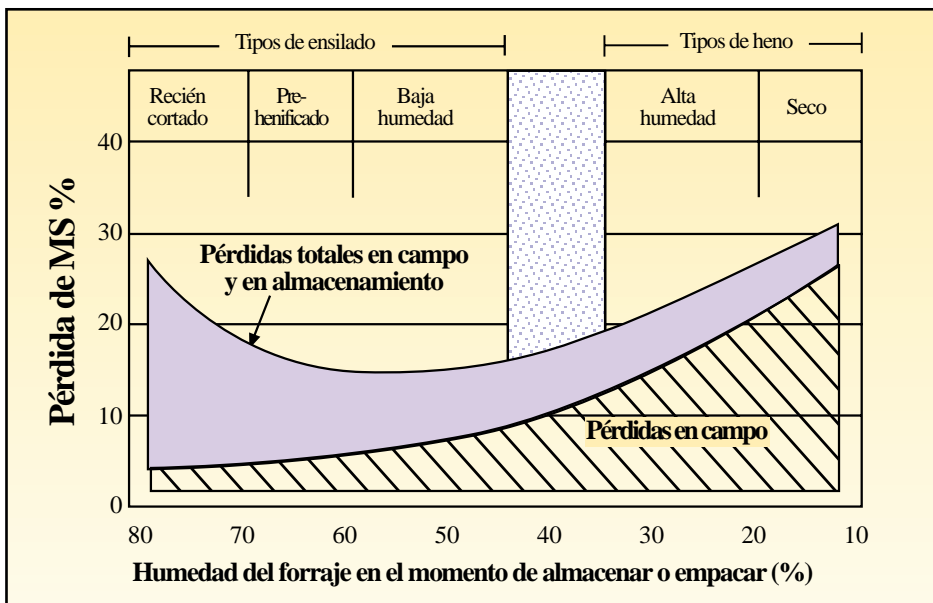


Fig. 1.— Siega del forraje. Pérdidas totales de materia seca durante la recogida y el almacenamiento en forrajes de gramíneas-leguminosas recogidas con diferentes niveles de humedad (Hoghlund, 1964).

- Obtener un producto lo más similar posible al forraje verde original, en lo que a valor nutritivo se refiere.

- Minimizar las pérdidas.

- Que sea aceptable para el animal y cubra total o parcialmente sus necesidades nutritivas.

También es de gran importancia controlar las pérdidas de nutrientes en todas las etapas del proceso de conservación: en el campo, durante el almacenamiento y, finalmente, cuando el forraje se suministra a los animales. La importancia relativa de cada uno de estos orígenes de

pérdidas nutritivas dependerá de la técnica de conservación.

La figura 2 muestra el efecto de la humedad del forraje sobre diversos microorganismos y procesos bioquímicos. Las levaduras y hongos son microorganismos que degradan el forraje en presencia de oxígeno. Son, por tanto, aerobios. Las bacterias ácido-lácticas (LAB) y las del género *Clostridium* aparecen en medio anaerobio, es decir, sin la presencia de oxígeno. Las proteasas de las plantas son enzimas que degradan la fracción proteica de aquéllas. El pardeamiento es una reacción química que se produce

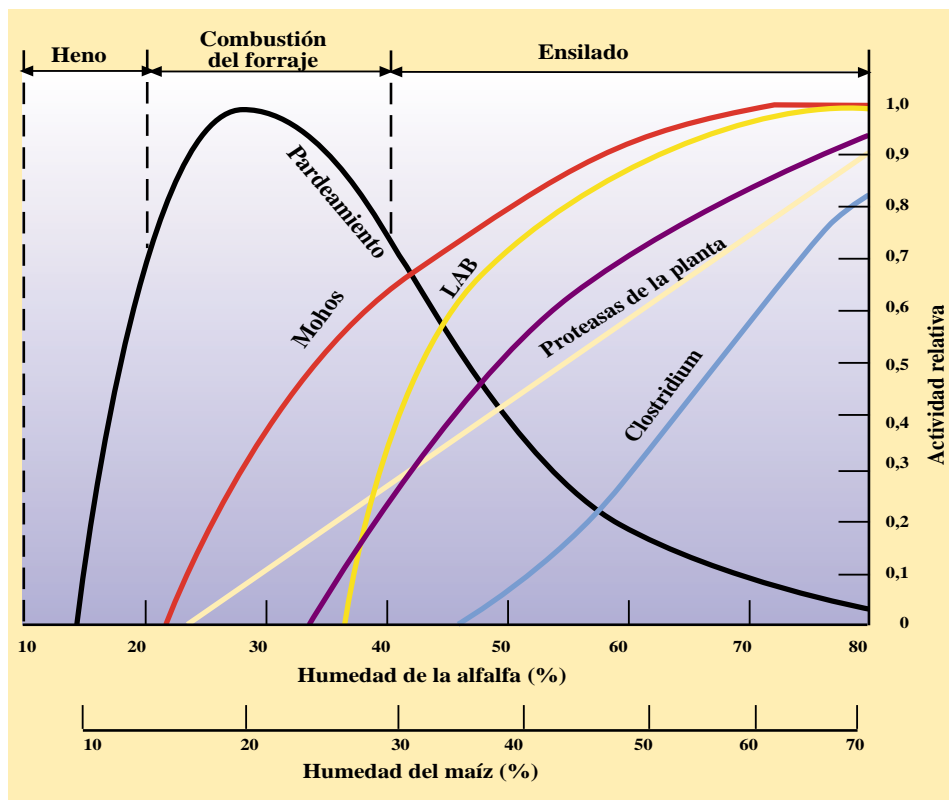


Fig. 2.— Almacenamiento de heno. Efectos de la humedad del forraje sobre diversos microorganismos y procesos.

cuando la temperatura del forraje es elevada.

El objetivo fundamental de la conservación de forraje como heno es impedir todos los procesos o reacciones citadas mediante la reducción del contenido de agua del forraje por debajo del 20%.

Por encima del 40% de humedad estos procesos están activos y se necesita otro sistema diferente de conservación. En el proceso de ensilado el forraje se almacena buscando condiciones anaeróbicas que estimulen el crecimiento de LAB y prevengan el desarrollo de mohos y muchos tipos de levaduras. Las bacterias ácido-lácticas utilizan los azúcares de las plantas para formar ácidos orgánicos, disminuyendo el pH de 6 a 3,8-4,5 (en silos de maíz). En estas condiciones de pH bajo, el crecimiento microbiano y la actividad enzimática prácticamente se detienen.

En el rango entre el 20% y el 40% de humedad ningún método es efectivo para conservar el forraje. La figura 2 muestra que las reacciones de pardeamiento alcanzan su máxima expresión a niveles de humedad entre los valores mencionados. Estas reacciones producen calor y pueden causar la combustión del forraje conservado.

CONSERVACIÓN DE FORRAJES: UN NEGOCIO EN EXPANSIÓN

Inicialmente, los forrajes se conservaron para el abastecimiento de la propia explotación. Sin embargo, el descenso de la población activa agraria y el desarrollo de explotaciones intensivas y especializadas como la de vacuno de leche o los cebaderos de terneros en zonas próximas a grandes urbes (suelo de alto precio) han dado lugar a un boyante mercado donde se mueven grandes volúmenes de forraje

conservado, principalmente alfalfa. Esta demanda ha sido satisfecha gracias a una producción agrícola especializada y al desarrollo de eficaces y eficientes técnicas y equipos de recolección.

La alfalfa es el principal cultivo del mercado de forrajes conservados, principalmente en forma de grandes pacas de heno y también como gránulos de harina. La comercialización de heno de otras leguminosas, heno de cereales o heno de hierba es de menor importancia. El nivel de humedad de los ensilados limita la distancia a la que pueden ser transportados, por lo que suelen ser producidos en la propia granja o en zonas próximas a ella.

El comercio de heno está creando nuevas necesidades y posibilidades de negocio. Es habitual que los camiones de heno recorran distancias no pequeñas ya que la mayoría de las explotaciones intensivas de rumiantes (vacas lecheras, fundamentalmente) no son productoras de forraje. Estas explotaciones demandan un heno de determinada calidad, en un momento y lugar determinados y a un precio justo. Satisfacer esta demanda ofrece una oportunidad para aquéllos capaces de producir y vender un heno de la calidad demandada. También surge la oportunidad de desarrollo tecnológico que resulte en poder ofrecer un producto de mayor densidad que disminuya los costes de almacenamiento y de transporte. Deben identificarse las características del forraje y de su procesado que permitan que el heno sea comprimido sin deterioro de su calidad. Asimismo, son necesarias mejoras en la maquinaria existente o nuevos diseños que minimicen la pérdida de materia seca y de valor nutritivo durante la henificación, almacenamiento y transporte del heno.

Quizá uno de los mayores problemas del mercado del forraje conservado, principalmente el heno de alfalfa, es la inexistencia de una estandarización del producto con objeto de clasificar y poner precio a las diferentes partidas en función de su calidad. Actualmente, la mayor parte del heno se vende al peso, variando éste únicamente según sea la llamada alfalfa “en rama” o bien alfalfa deshidratada.

Muchas veces una alfalfa de evidente mala calidad se vende algo más barata, sin tener en cuenta que lo que realmente tiene precio es la unidad nutritiva principal, que en el caso de la alfalfa podríamos considerar que es la proteína. Así, una alfalfa de menor precio resulta ser más cara por su considerable menor valor nutritivo.

Sería conveniente analizar el heno que posteriormente va a ser objeto de comercialización para que el potencial comprador pudiese elegir el heno cuya calidad satisfaga las necesidades de su ganado al menor coste. Si la calidad del forraje adquirido está por debajo del nivel nutritivo requerido por los animales a los que va destinado, el coste de alimentación puede experimentar notables incrementos al ser necesarios suplementos alimenticios para completar las necesidades del ganado.

Del mismo modo, cuando se trata de alimentar a animales en estados fisiológicos menos exigentes desde el punto de vista nutritivo, será útil poder adquirir un tipo de forraje más barato y que sea suficiente para lo que se precisa.

Otros problemas están relacionados con la cantidad de materia seca que se vende o se compra. El tamaño de las pacas puede variar considerablemente, y de hecho varía, por diferencias en:

- Tipo de empacadora
- Experiencia y habilidad del operario que realiza el empacado.
- Especie forrajera
- Humedad del forraje al empacar.
- Tipo de atadura
- Condiciones de almacenamiento (en el exterior o en interior).

La respuesta obvia al problema de comercializar pacas de peso y valor nutritivo desconocidos es analizar y pesar el heno (sobre todo, determinar su materia seca). La materia seca puede ser fácilmente determinada en un microondas doméstico o en un laboratorio junto a los demás parámetros nutritivos, en cada lote de heno. Para propósitos comerciales, un lote de heno puede definirse como *todo el forraje de una misma parcela y segado en condiciones uniformes dentro de un periodo de 48 horas y recogido, empacado y almacenado en condiciones similares*. Si la toma de muestras es correcta y el número de ellas es suficiente (10% de las pacas), el análisis será representativo de todo el lote.

Una vez que se ha determinado el valor nutritivo puede fijarse el precio del heno basándose en este valor y, según éste, clasificar los distintos henos conocida su calidad. Se pueden establecer diversos criterios de clasificación, por ejemplo, por su contenido proteico.

Evaluación sensorial de la calidad del heno

Los parámetros cualitativos que pueden ser analizados con los sentidos son muy diversos y pueden constituir una valiosa herramienta cuando los análisis químicos son difíciles de realizar en un periodo de tiempo suficientemente corto.

- *Especies botánicas presentes.* La presencia de especies botánicas distintas a las del cultivo que se henifica suelen afectar negativamente al valor nutritivo del heno. Además, algunas malas hierbas pueden ser tóxicas o dañinas para animales jóvenes.

- La *madurez* de la planta que se ha henificado también puede ser determinada visualmente por el número y grado de desarrollo vegetativo de espigas y/o flores y la dureza y fibrosidad de los tallos.

- La *hojiosidad* es particularmente importante. Cuanto mayor es el contenido de hojas, mayor será la calidad del forraje. Este contenido depende de la especie botánica, la madurez de la planta en el momento de la siega (especialmente en heno de leguminosas) y de la manipulación del forraje durante el proceso que, como hemos visto, puede llevar a un elevado nivel de pérdidas mecánicas.

- La *textura*. Un heno “suave” o “flexible” procede, generalmente, de un forraje segado a edad temprana, rico en hojas y con un adecuado nivel de humedad al empacarlo. Cuando el heno es muy flexible es difícil distinguir táctilmente las hojas de los tallos. Un heno flexible es suave al tacto pero los tallos pueden detectarse con facilidad. Si el heno es ligeramente áspero, los tallos también lo son, además de ser más duros. El heno áspero o quebradizo es seco, con una elevada proporción de tallos, frágiles y quebradizos, y poco agradables al tacto. Un heno muy áspero puede, incluso, causar heridas en la boca de los animales y disminuir su consumo.

- El *color* no sólo es un buen indicador de la calidad del forraje, sino también de las condiciones en que el heno

ha sido recogido y almacenado. Un color verde brillante sugiere que el heno ha sido desecado rápidamente y almacenado de forma protegida. El secado lento prolonga la respiración de la planta reduciendo la calidad del heno. Cuando el heno se ha mojado después de haber secado parcialmente pierde color por el lavado de sustancias nutritivas que provoca la lluvia. También decolora el heno el crecimiento fúngico en hojas y tallos o el que ha tenido una excesiva exposición al sol. El empacado de heno con más del 20-25% de humedad puede originar un incremento importante de la temperatura que da lugar a un pardeamiento del forraje (color tabaco).

- El *olor* agradable indica un forraje henificado correctamente. El olor a moho se produce en el heno almacenado con humedad excesiva (más del 16-18%). Los animales suelen responder con un menor consumo. No obstante, el heno que ha experimentado una ligera caramelización de azúcares por el aumento de temperatura a menudo es más palatable para el ganado, aunque su calidad se vea reducida.

- La presencia de *polvo* en el heno suele ser el resultado de haber introducido tierra con alguna de las máquinas que se utilizan durante el proceso de henificación, principalmente el hilerador y la empacadora. La causa suele ser haber segado muy cerca del suelo y no haber dejado el rastrojo suficientemente alto.

- *Materiales extraños* como palos, piedras, alambre, restos textiles, pequeños animales muertos, etc., los cuales son, como es obvio, absolutamente indeseables por los daños que pueden causar al animal si llega a ingerirlos. Incluso la ingestión de animales muertos puede cau-

sar botulismo, enfermedad mortal para algunos animales.

La tabla I sintetiza alguno de los parámetros que se han analizado.

Análisis en laboratorio de forrajes henificados

Para tomar adecuadamente muestras de forrajes de las pacas de heno se requiere una sonda tubular con el extremo bien afilado o dentado para que penetre bien en la paca (figs. 3, 4 y 5). Se pueden adquirir en el comercio o hacerlas uno mismo. Para ello se pueden emplear las tuberías de leche de acero inoxidable de

una instalación de ordeño, siempre que no tengan un diámetro excesivo.

Es importante seleccionar al azar las pacas de las que se van a tomar las muestras para que éstas sean verdaderamente representativas de todo el lote. Evitar algunas pacas y elegir otras por su mejor apariencia dará un resultado sesgado.

Se deberán tomar al menos 20 muestras de un lote para minimizar la variación de la muestra. En pacas rectangulares la sonda se debe insertar de 30 a 45 cm, en ángulo recto desde el centro hasta los extremos. En pacas redondas la sonda se debe insertar en ángulo recto hacia la circunferencia exterior de las pacas.

TABLA I Parámetros de calidad del heno

Calidad	Buena	Regular alta	Regular	Regular baja	Baja
Color	verde apagado	verde apagado	verde amarillento	amarillento	marrón a negro
Olor	a hierba seca	-	no huele	a quemado a caramelo	a enmohecido
Consistencia al tacto	flexible	-	rígido	-	rígida hace polvo
Composición	mucha hoja tallos finos	-	tallos gruesos poca hoja	-	sin hojas
Impurezas	no tiene	-	malas hierbas	-	mohos y malas hierbas

Fuente: Departament d'Agricultura i Ramaderia. Consell Insular de Menorca, 2002.

Las muestras tomadas a mano, en las que trozos muy largos son extraídos de la paca, no son representativas (fig. 6).

Las muestras obtenidas de cada lote deben mezclarse para tomar después una muestra homogénea e igualmente representativa y guardarse en una cámara frigorífica dentro de una bolsa de plástico sellada. Se deben proteger las muestras del sol directo o de otras fuentes de calor y enviarlas lo antes posible al laboratorio para su análisis. El tamaño de la muestra debe pesar entre 200 y 300 g.

Un análisis típico de forraje incluye determinaciones de materia seca, proteína bruta y fibra (FND y FAD). A veces se determina el contenido mineral evaluando la cantidad de cenizas de la muestra y cuando se sospecha que el forraje contiene proteína dañada por el calor se mide la cantidad de nitrógeno insoluble en una solución ácido-detergente.

La tecnología NIRS (*near-infrared reflectance spectroscopy*) utilizará la radiación en la longitud de onda del infrarrojo cercano para determinar el valor de los nutrientes que se quieren analizar. NIRS constituye un método computarizado de análisis rápido y de bajo coste del valor nutritivo de forrajes y de granos. El mayor coste del sistema lo constituye la calibración inicial de la unidad NIRS para aquellos parámetros de los que luego se pretende determinar su valor (fig. 7).

Las muestras, una vez secas y molidas, se colocan en la cápsula de análisis del aparato y se exponen a la luz infrarroja. La radiación infrarroja reflejada se convierte en energía eléctrica y suministrada a un ordenador para su interpretación. Cada uno de los componentes



Fig. 3.—



Fig. 4.—



Fig. 5.—



Fig. 6.—



Fig. 7.—

orgánicos principales de los forrajes absorbe y refleja de forma diferente la radiación recibida. Al medir las distintas características de reflexión, la unidad NIRS y el ordenador determinan la cantidad de esos componentes en la muestra. Para poder aprovechar las enormes posibilidades del sistema la calibración

de la unidad NIRS para cada una de los nutrientes que se pretenda posteriormente analizar debe hacerse utilizando muestras cuyos valores para ese nutriente abarquen el mayor rango posible. Asimismo, distintas unidades NIRS ubicadas en sitios distintos pueden “clonarse”, de manera que calibrando sólo una de ellas las ecuaciones pueden utilizarse en las demás.

PAPEL BENEFICIOSO DE LOS FORRAJES

Los cultivos herbáceos aprovechados como forraje juegan un importante papel en la conservación del suelo agrícola. Algunas de las ventajas de introducir cultivos forrajeros en las rotaciones son las siguientes:

- Efecto favorable de las raíces de gramíneas y de leguminosas sobre la agregación del suelo, la reducción de la erosión y la infiltración de agua.
- Protección permanente del suelo
- Control más efectivo de malas hierbas, insectos y enfermedades de las plantas.
- Fijación del nitrógeno por las leguminosas.

Mejora de la estructura del suelo

El suelo es el recurso básico en la producción vegetal y al mantener una buena superficie de labranza se ve favorecido por la inclusión de un cultivo forrajero en la rotación al aumentar los niveles de materia orgánica y la agregación del suelo. No sólo en la capa de suelo más superficial, sino que a más profundidad, la amplia malla tanto de material vegetal muerto como de raíces

vivas que se forma con estos cultivos estabiliza el suelo y mejora la aireación de éste, contribuyendo a la penetración del agua, su percolación y su almacenamiento en todo su perfil.

El resultado es una estructura edáfica más estable que resiste mejor los efectos negativos de los aperos agrícolas (por ejemplo la compactación), facilita la preparación del lecho de siembra y reduce el efecto erosivo de la lluvia durante el periodo en que el terreno no está sembrado.

La clase de cultivo forrajero que se incluye en la rotación afecta al tipo, composición química y cantidad del rastrojo que queda tras su recolección, y éste influye sobre la agregación del suelo. El rastrojo de leguminosas consigue una agregación del suelo en un periodo de tiempo relativamente corto (dos o tres semanas) pero pierde efectividad en dos o tres meses. Por el contrario, el material que deja un cultivo de gramíneas (más fibroso) necesita un periodo más largo para influir sobre la agregación del suelo pero tiene un efecto más prolongado sobre la estructura de éste.

Aunque las fibrosas raíces de las gramíneas penetran en la capa arable del suelo, las raíces de alfalfa a menudo penetran hasta 3 y 4 m, favoreciendo el drenaje de aquél.

Las leguminosas forrajeras no sólo proporcionan al ganado un alimento de alta calidad, sino que también convierten el nitrógeno atmosférico en nitrógeno disponible para el propio crecimiento y el de otras especies vegetales, incluso las del siguiente cultivo en la rotación.

Control de la erosión

Por su densidad de siembra, las plantas forrajeras son un medio muy efectivo para proteger la superficie del suelo de la erosión hídrica y eólica. La densa cubierta vegetal formada por los tallos y hojas reducen el golpeteo de las gotas de lluvia sobre el suelo y las microgrietas dejadas por las raíces descompuestas contribuyen a la infiltración del agua. El efecto combinado de la biomasa viva y de los restos del corte anterior o del rastrojo ralentizan y regulan el movimiento del agua y reducen el arrastre de tierra.

Incluso después de haber preparado el suelo para una próxima siembra en surco de otro cultivo, las raíces de las plantas forrajeras continúan protegiendo la superficie del suelo al sujetar y mantener juntas las partículas del suelo e intensifican la percolación del agua.

Control de enfermedades

La rotación de cultivos supone una forma natural de control de malas hierbas, insectos y patologías al romper sus ciclos biológicos.

Muchos insectos y enfermedades afectan sólo a un tipo de cultivo, y ciertos cultivos suponen una mínima o nula competencia de muchas malas hierbas o el desarrollo de éstas se ve favorecido por las labores culturales asociadas a la producción de aquéllas. Si estas plantas sensibles a insectos y enfermedades, o con escasa competencia hacia las malas hierbas, son cultivadas permanentemente en un terreno, estos problemas irán acrecentándose. El cultivo de otras especies vegetales en la rotación, incluyendo los forrajes, proporciona una medida

para combatir estas fitopatologías de diferentes formas y en diferentes épocas del año, lo que, además, permite reducir el uso de pesticidas.

Aunque estas prácticas no suponen la eliminación total de las malas hierbas

o de los insectos ni la desaparición de otras enfermedades, la introducción de cultivos forrajeros en la rotación de cultivos puede reducirlos a niveles tales que permitan obtener buenos rendimientos productivos.

¹A partir de ahora, se considerará forraje la parte aérea y herbácea de plantas cultivadas como cereales y leguminosas así como la hierba de praderas naturales o cultivadas